

10/587480

WO 2005/091363

PCT/JP2005/004861

1

JAP20 Rec'd PCT/PTO 27 JUL 2006

明 細 書

ヒートシンク基板とその製造方法

技術分野

本発明はヒートシンク基板とその製造方法に係り、特に発熱量の大きい電子部品の搭載、取り分け半導体部品を搭載する電気自動車用インバータ、或いはパワーモジュール等に適したヒートシンク基板とその製造方法に関する。

背景技術

従来、発熱量の大きな電子部品である半導体部品を搭載するヒートシンク基板は、基本的に銅材（Cu）が用いられ、一枚板で構成するのが一般的であった。このタイプはヒートシンク基板が一枚板で済むため安価で、材質面から見ても銅材のため放熱性が良好であった。

しかしながら、銅材（Cu）は線膨張係数が16.6（ppm/℃）と大きく、搭載する半導体部品からの発熱で線膨張係数の異なるはんだ接合面に熱応力による亀裂が生じるという問題があった。この亀裂の発生をなくすために銅材の代わりに線膨張係数が9.2（ppm/℃）と小さく放熱性も比較的良好的な銅－モリブデン（Cu－Mo）複合材で一枚のヒートシンク基板を形成することも知られている。

この場合は、材料コストの高いモリブデン（Mo）を多量に使用したCu－Mo複合材で一体品としているので非常に高価なものになる問題があった。

特許文献1（特開平8－186204号公報）には、半導体素子の熱膨張率に近似した材料で出来た搭載部と、熱伝導及び熱放散特性に優れ

た材料で出来た放熱部材とを備え、搭載部材と放熱部材を加熱による溶浸接合により一体化したヒートシンク基板を形成することが開示されている。

特許文献 2（特開平 6－7 7 6 7 8 号公報）には、ニッケル－鉄合金で形成された母材の所定の位置に孔を設け、該孔に銅系の金属からなる放熱部材をねじ込み或いは圧入により埋め込むことにより一体化したヒートシンク基板を形成することが開示されている。

ところで、前述した複数部材からなるヒートシンク基板は効率良く熱を放出するために発熱源と密着しなくてはならない。そのため、たとえば発熱源が半導体の場合には半導体をはんだ付けして搭載するために平面度などの製品精度が要求される。

しかしながら前者の特許文献 1 では溶接，ろう付けのように熱を加えた結合方法で熱変形等により結合精度が低く、結合後にはんだ付け面などの必要部に機械加工が必要であるなどの問題があった。熱を使用するためのエネルギーロスや材料歩留りの点でも不利であった。

また、後者の特許文献 2 のようにネジ締めする方法では母材と放熱部材との締結部の密着性が低く、ヒートシンク基板のように板厚が薄いものでは有効なネジ長さを確保できないと共に、ネジ締めでは緩みが生じるなどの懸念がある。また、圧入は柔らかい材料である放熱部材に圧入による変形圧がかかるため、平面度が出し難く、場合によっては平面仕上げ加工が必要となり生産性，コストの面で不利は否めない。

本発明の目的は、製品精度が高くて、生産性に優れたヒートシンク基板とその製造方法を提供するにある。

発明の開示

本発明は、第 1 のヒートシンクにそのヒートシンクより線膨張係数の小さい第 2 のヒートシンクを結合して形成してなるヒートシンク基板であって、

第 1 のヒートシンクに第 2 のヒートシンクを嵌合し、その嵌合境界部の近傍にある第 1 のヒートシンクを塑性変形させて第 2 のヒートシンクに密着させることにより達成される。

本発明の好ましくは、第 2 のヒートシンクは半導体部品を搭載するチップ部材により達成される。

本発明の好ましくは、第 1 のヒートシンクは嵌合境界部の結合面に塑性結合用押圧溝が形成され、第 2 のヒートシンク材を受け入れることにより達成される。

本発明の好ましくは、第 1 のヒートシンクは Cu 系材料からなり、第 2 のヒートシンクは Cu-Mo 複合材からなることにより達成される。

本発明の好ましくは、第 2 のヒートシンクは塑性流動結合による凹状圧痕により全周のエッジ部が露出していることにより達成される。

本発明の好ましくは、第 2 のヒートシンクは半導体部品をはんだ付けにより固着していることにより達成される。

本発明の好ましくは、第 1 のヒートシンクの内周面と第 2 のヒートシンクの外周面間に熱伝導性ペーストもしくはワックスを介して両者間を塑性流動結合したことにより達成される。

本発明の好ましくは、第 1 のヒートシンクの底面と第 2 のヒートシンクの底面間に熱伝導性ペーストもしくはワックスを介して両者間を塑性流動結合したことにより達成される。

本発明は、第 1 のヒートシンクにそのヒートシンクより線膨張係数の小さい第 2 のヒートシンクを結合してなるヒートシンク基板の製造方法

であって、

第 1 のヒートシンクに設けられた嵌合穴に第 2 のヒートシンクを嵌合し、その後、前記第 2 のヒートシンクの外周壁にそって下降する結合パンチにより前記第 2 のヒートシンクと接する前記第 1 のヒートシンクの周囲の部材を局部的に塑性変形させ塑性流動結合させることにより達成される。

本発明は、第 1 のヒートシンク嵌合穴に第 2 のヒートシンクが嵌合され、その嵌合境界部の第 1 のヒートシンクが塑性変形して第 2 のヒートシンクに結合するヒートシンク基板としているため、両部材間の結合は常温で可能となり、平面精度の高い複合部材からなるヒートシンク基板が容易確実に提供される。

本発明は、第 1 のヒートシンクに第 2 のヒートシンクを嵌合し、その後、前記第 2 のヒートシンクの外周壁にそって下降する結合パンチにより前記第 2 のヒートシンクと接する前記第 1 のヒートシンクの周囲の部材を局部的に塑性変形させて塑性流動結合させることによってヒートシンク基板を得ているので、結合時に形成された第 2 ヒートシンク（チップ）近傍の塑性結合押圧溝（圧痕）が、半導体を搭載する時に生じるはんだのたれを特別な治具を用いることなく防止でき、生産性の高い発熱部品搭載用ヒートシンクを提供することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施形態を示すヒートシンク基板の斜視図。

第 2 図は第 1 図の一部縦断面図。

第 3 図は本発明に係るパワーモジュール構造の一実施形態の縦断面図。

第 4 図は本発明を構成する第 1 のヒートシンク斜視図。

第 5 図は本発明を構成する第 2 のヒートシンク斜視図。

第 6 図は本発明の製法に係るヒートシンク結合前の部材嵌合状態を示す縦断面図。

第 7 図は本発明の製法に係るヒートシンクの結合寸前の縦断面図。

第 8 図は本発明の製法に係るヒートシンクの加圧結合完了時の縦断面図。

第 9 図は本発明の第 2 の実施例におけるヒートシンク基板の斜視図。

第 10 図は本発明の第 3 の実施例におけるヒートシンクの加圧結合完了時の縦断面図。

第 11 図は本発明の第 4 の実施例におけるヒートシンクの加圧結合完了時の縦断面図。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の具体的な実施例を説明する。尚、本発明は本実施例に限定されるものではなく、発熱部品を搭載するヒートシンク基板に広く適用される。

実施例 1

第 1 図は、本発明に係るヒートシンク構造の実施例の斜視図、第 2 図は第 1 図の要部拡大縦断面図、第 3 図はヒートシンク上に半導体を搭載したパワーモジュールの縦断面図である。

第 1 図、第 2 図に示すヒートシンク基板 1 は、銅（Cu）材からなる板状の第 1 のヒートシンク 2 と Cu-Mo 複合材のような Cu よりも線膨張係数が小さい材質からなる第 2 のヒートシンク 3 から構成されている。

前記第 1 のヒートシンク 2 には搭載部品に応じて複数の貫通する穴 3

が設けられ、該穴 3 には円盤状のチップ部材である前記第 2 のヒートシンク 3 がそれぞれ嵌合され、塑性変形結合されて一体化されている。

前記第 2 のヒートシンク 3 は第 2 図に示すように、第 1 のヒートシンク 2 に電子部品の搭載面 5 が同一平面となるように嵌合され、嵌合境界部付近にある第 1 のヒートシンク 3 の部材全周を押圧して両部材間を塑性流動結合している。

第 3 図にヒートシンク基板 1 の第 2 のヒートシンクに半導体部品を搭載した実装状態を示している。

このヒートシンク基板 1 には第 3 図に示す様に半導体が搭載され半導体の発した熱を主にヒートシンク基板 1 から放熱する。第 2 のヒートシンク 4 の端面 5 には Cu 板 10 がはんだ 11 で接合され、その上に Ag ろう 12 で窒化ケイ素板 13 が接合されている。さらに Ag ろう 14 を介して Cu 板 15 が接合され、更にその上にはんだ 16 により半導体チップ 17 が搭載されている。図では省略しているが実際には半導体チップ 17 にはアルミ線などの電気配線が施され半導体装置が構成される。

このように第 2 のヒートシンク 3 には Cu-Mo 複合材のような Cu よりも線膨張係数が小さい材質のヒートシンクが用いられ、その上にはんだ付けで半導体部品が接合されるため高温時の線膨張係数差によりはんだ 11 に亀裂が生じることがなく、高価な Cu-Mo 複合材の使用もわずかでよく、省資源化を実現し、極めて合理的な装置となる。

また、第 2 のヒートシンク 3 の端面 5 にはんだ 11 を流して半導体を構成する Cu 板 10 をはんだ付けするが、第 1 のヒートシンク 2 に第 2 のヒートシンク 3 を金型の押圧力で塑性変形結合する際に生じる環状の押圧痕（凹部）6 が前記はんだが外周に流れ出すのを阻止する。

すなわち、前記押圧痕（凹部）6 により第 2 のヒートシンク 3 の角部

3 1 が露出して見かけ上第 2 のヒートシンク 3 が第 1 のヒートシンク 2 から突出することになるので、溶融したはんだを流した時に表面張力ではんだが第 2 のヒートシンク 3 の端面 5 から流れ出ないため、容易にはんだ付けをする事が出来る。

次に上記したヒートシンク基板の製造方法について説明する。

第 4 図に示すような複数の貫通穴 4 を設けた板状の Cu 製第 1 のヒートシンク 2 と、第 5 図に示す様な Cu-Mo 複合材からなる円盤状の第 2 のヒートシンク 3 を第 6 図に示すように第 1 のヒートシンク 2 の嵌合穴 4 に嵌合した状態で下型 7 の上に載置し、セットする。Cu は軟らかく塑性変形が容易で、Cu-Mo は Cu よりも硬いため塑性流動結合には適した組み合わせである。仮に、第 1 のヒートシンク 2 の嵌合穴 4 をプレス抜きして嵌合穴 4 が加工硬化した状態でも両者間の硬度差を確保する事が出来、実用上問題ない。

その後、第 7 図に示す様に環状のパンチ 8 で第 2 のヒートシンク 3 の外周、すなわち第 1 のヒートシンク 2 の嵌合穴 4 の内周近傍全周を局部的に加圧し、第 8 図に示す様に第 1 のヒートシンク 2 の材料を塑性流動させてヒートシンク 2, 3 間を弾性変形圧を封入して緊迫力により密着結合する。その後パンチ 8 を取り除けばヒートシンク基板 1 は完成する。

このようにして形成されたヒートシンク基板 1 は、第 1 のヒートシンク 2 に第 1 のヒートシンク 3 を結合する際にわずかなパンチ力だけで第 2 のヒートシンク 3 の側面に第 1 のヒートシンク 3 の材料を塑性流動させることができるためヒートシンク基板の平行度に影響を与えることは無く、極めて製品精度の高いヒートシンク基板が得られる。

実施例 2

また、第 2 のヒートシンク 3 は望ましくは円盤状がよいが、第 9 図に

示す様な矩形状でも、あるいは楕円状でもかまわない。

実施例 3

また、第 1 のヒートシンク 2 の穴 6 は貫通しない袋穴であってもかまわない。

実施例 4

第 10 図は第 1 のヒートシンク 21 の貫通穴に第 2 のヒートシンク 31 を熱伝導性ペーストもしくはワックス 20（一般的にはシリコンペーストが用いられる）を介して配置し、両者間を塑性流動結合したものである。一般に金属の塑性流動結合は第 7 図、第 8 図から解るようにパンチにより結合部品の周囲を局部的に押圧して集中的に押圧された部材を垂直方向に流動させているだけであるためパンチの先端から遠い部分の材料はほとんど塑性変化はない。

ところが結合された放熱部材の良し悪しは両者間が如何に緊密に密着しているかにある。そこで本実施例は第 1 のヒートシンク 21 もしくは第 2 のヒートシンク 31 のほぼ中央部にある塑性変形圧の加わらない領域に環状凹溝を設け、そこに熱伝導性ペーストもしくはワックス 20 を配置し両面からパンチを加えたもので、これにより第 2 のヒートシンク 31 との熱伝導機能は一段と増し、ヒートシンク基板として実用性の高いものとなる。もちろんパンチによる環状の押圧痕（凹部）61, 62 は両面に形成される。

なおパンチは両部材間の境界を押圧するのが一般的であるが、図示のように板厚或いは熱伝導性ペーストもしくはワックス 20 の配置等によって任意の位置が選ばれる。

実施例 5

第 11 図は前記実施例 4 の問題点を踏まえて、これを袋穴の第 1 のヒ

ートシンク 2 2 に応用したもので、袋穴の底面もしくは第 2 のヒートシンク 3 の底面に予め熱伝導性ペーストもしくはワックス 2 3 を充填した上で、袋穴径より若干小さい径のもしくは同等径の第 2 のヒートシンク 3 を配置し、その後パンチで両部材間の境界を押圧し、パンチ直下の部材を垂直に第 2 のヒートシンク 3 2 の部材方向に塑性変形させて結合すると共に前記熱伝導性ペースト 2 3 を圧縮して機密性を向上させたものである。

なお、上記いずれの実施例も第 1 のヒートシンク 2 に第 2 のヒートシンク 3 を塑性流動結合してヒートシンク基板 1 を形成し、その後のヒートシンク基板 1 の状態で電子部品を搭載していく手法としているが、常温で高精度に結合できる塑性流動結合を使えば第 2 のヒートシンク 3 に電子部品を先に搭載し、その後に第 1 のヒートシンク 2 に第 2 のヒートシンク 3 を塑性流動結合しても良い。

産業上の利用可能性

本発明は、特に発熱量の大きい電子部品の搭載、取り分け半導体部品を搭載する電気自動車用インバータ、或いはパワーモジュール等に適したヒートシンク基板で、その利用分野は広い。

請 求 の 範 囲

1. 第1のヒートシンクにそのヒートシンクより線膨張係数の小さい第2のヒートシンクを結合して形成してなるヒートシンク基板であって、
第1のヒートシンクに第2のヒートシンクが嵌合され、その嵌合境界部近傍の第1のヒートシンクが塑性変形されて第2のヒートシンクに結合されていることを特徴としたヒートシンク基板。
2. 請求項1記載において、第2のヒートシンクは半導体部品を搭載するチップ部材であることを特徴としたヒートシンク基板ヒートシンク。
3. 請求項1もしくは2記載において、第1のヒートシンクは嵌合境界部の結合面に塑性結合押圧溝が形成されていて、塑性変形された第2のヒートシンク材を受け入れていることを特徴としたヒートシンク基板。
4. 請求項1ないし3記載のいずれかにおいて、第1のヒートシンクはCu系材料からなり、第2のヒートシンクはCu-Mo複合材からなることを特徴とした半導体装置用ヒートシンク。
5. 請求項1ないし4記載のいずれかにおいて、第1のヒートシンクと第2のヒートシンクの電子部品搭載面は同一平面をなし、前記第2のヒートシンクは塑性流動結合による凹状圧痕により全周のエッジ部が露出していることを特徴としたヒートシンク基板。
6. 請求項5記載において、第2のヒートシンクは半導体部品をはんだ付けにより固着していることを特徴とした半導体装置用ヒートシンク。
7. 請求項1, 2, 3のいずれかの記載において、第1のヒートシンクの内周面と第2のヒートシンクの外周面間に熱伝導性ペーストもしくはワックス20を介して両者間を塑性流動結合したことを特徴としたヒートシンク基板。
8. 請求項1, 2, 3のいずれかの記載において、第1のヒートシンク

の底面と第2のヒートシンクの底面間に熱伝導性ペーストもしくはワックス20を介して両者間を塑性流動結合したことを特徴としたヒートシンク基板。

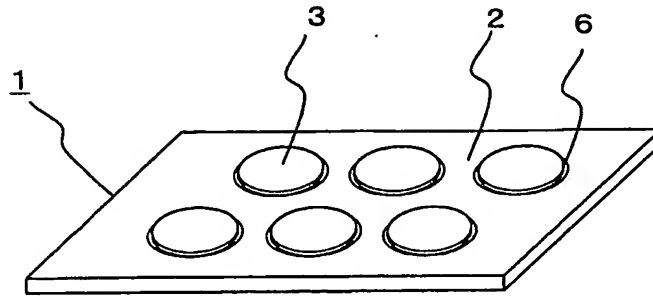
9. 第1のヒートシンクにそのヒートシンクより線膨張係数の小さい第2のヒートシンクを結合してなるヒートシンク基板の製造方法であって、

第1のヒートシンクに設けられた嵌合穴に第2のヒートシンクを嵌合し、その後、前記第2のヒートシンクの外周壁にそって下降する結合パンチにより前記第2のヒートシンクと接する前記第1のヒートシンクの周囲の部材を局部的に塑性変形させ両者間を塑性流動結合させることを特徴としたヒートシンク基板の製造方法。

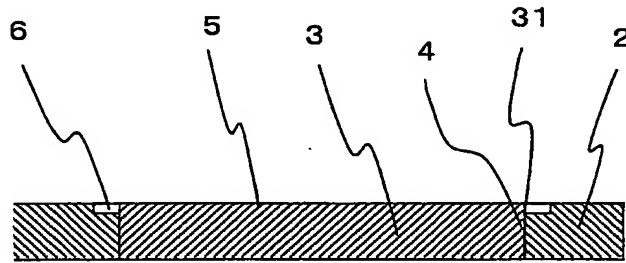
10. 第1のヒートシンクにそのヒートシンクより線膨張係数の小さい第2のヒートシンクを結合してなる半導体装置用ヒートシンクを搭載したパワーモジュール装置であって、

第1のヒートシンクに第2のヒートシンクが嵌合され、その嵌合境界部の第1のヒートシンクが塑性変形して第2のヒートシンクに密着している半導体装置用ヒートシンクを搭載したことを特徴としたパワーモジュール装置。

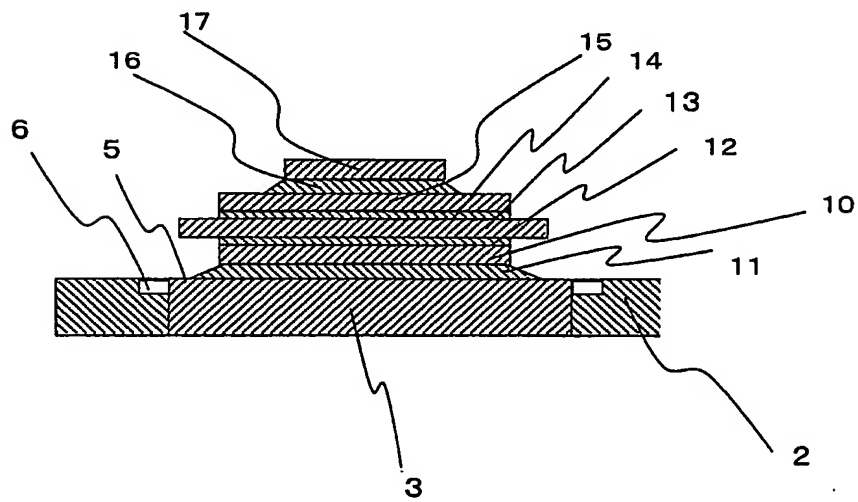
第1図



第2図

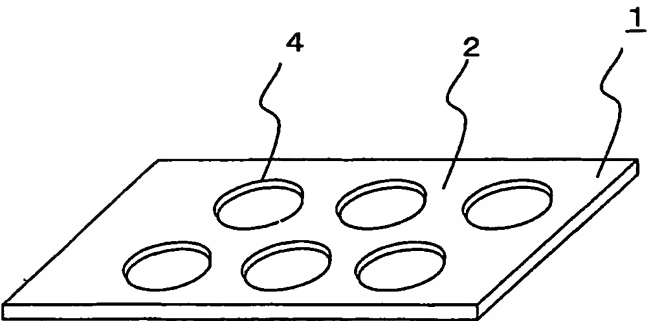


第3図



2 / 4

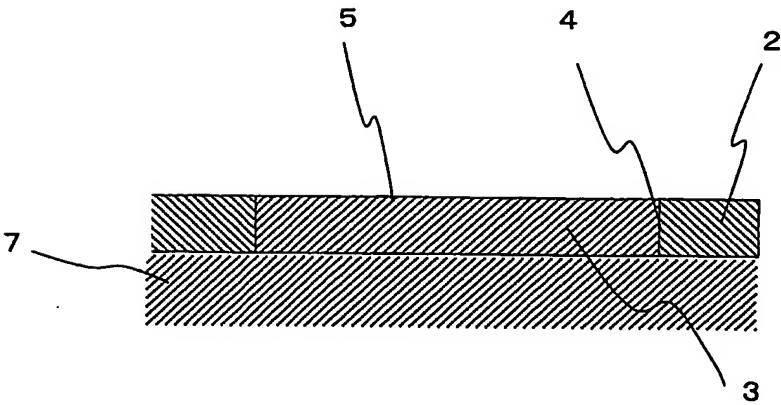
第4図



第5図

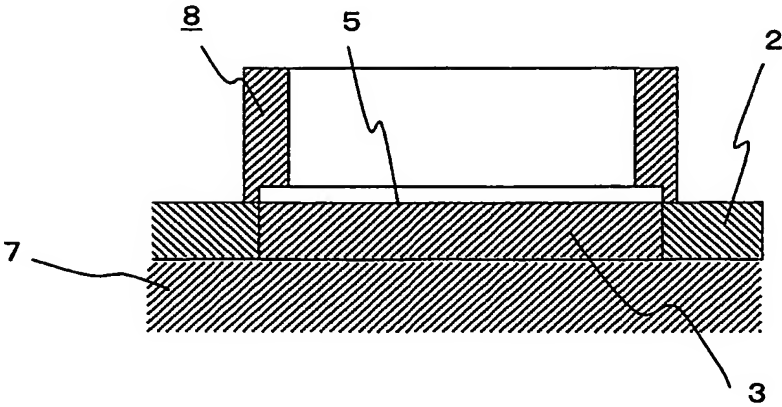


第6図

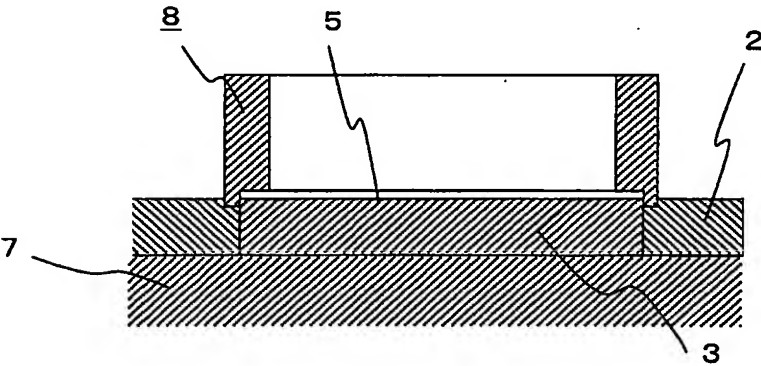


3/4

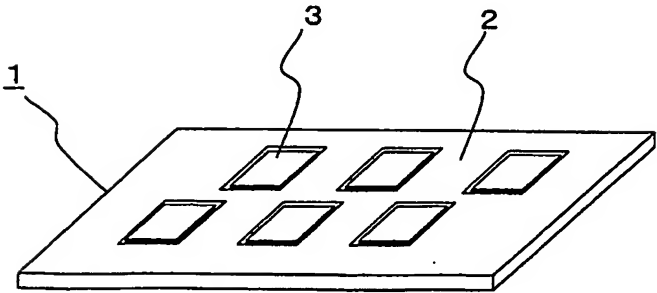
第7図



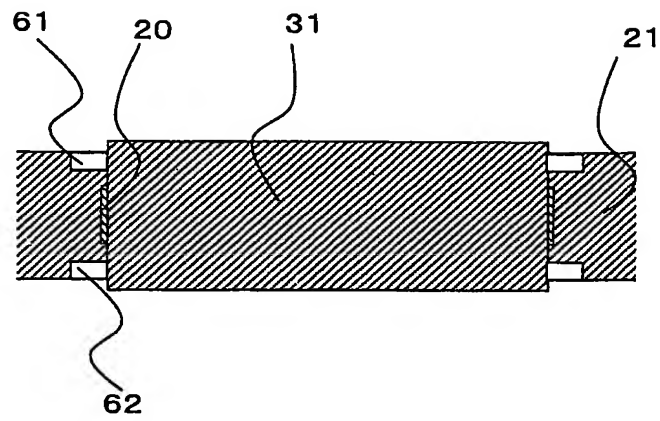
第8図



第9図



第10図



第11図

